

2015 全国勘察设计注册工程师执业资格考试用书

2015

注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试 基础考试复习教程

(下册)

注册工程师考试复习用书编委会 | 编
徐洪斌 曹纬浚 | 主编

- ◇ 本书由知名应试专家组织编写，内容紧扣考试大纲，含最新考试真题及详解。
- ◇ 首推“扫码学习”、注考网100元“学习卡”，享受针对性的视频讲解。
- ◇ 配套《2015注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试基础考试历年真题详解》(含二维码、注考网50元“学习卡”)。



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

2015 全国勘察设计注册工程师执业资格考试用书



注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试 基础考试复习教程

Zhuge Gongyong Shebei Gongchengshi (Geishui Paishui) Zhiye Zige Kaoshi
Jichu Kaoshi Fuxi Jiaocheng

(下册)

注册工程师考试复习用书编委会 | 编
徐洪斌 曹纬浚 | 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书编写人员全部是多年从事注册公用设备工程师基础考试培训工作的专家、教授。书中内容紧扣现行考试大纲并覆盖了考试大纲的全部内容,着重于对概念的理解运用,重点突出。全书分“考试大纲”、“必备基础知识”、“经典练习”等模块。其中,“必备基础知识”除包含考试须知须会的内容以外,还配有“典型例题解析”,全书最后附2套模拟题及参考答案、提示,便于考生复习和巩固已学知识。

由于本书篇幅较大,特分为上、下两册,上册为公共基础考试内容,下册为专业基础考试内容,以便于携带和翻阅。

本书可供参加注册公用设备工程师(给水排水专业)执业资格考试基础考试的考生复习使用。

图书在版编目(CIP)数据

2015 注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试
基础考试复习教程 / 徐洪斌, 曹纬浚主编. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2015. 2

ISBN 978-7-114-12016-9

I. ①2… II. ①徐…②曹… III. ①城市公用设施—
给排水系统—工程师—资格考试—自学参考资料 IV.
①TU991

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 016338 号

书 名:2015 注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试基础考试复习教程

著 作 者:徐洪斌 曹纬浚

责任编辑:刘彩云 李 坤

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:67.25

字 数:1730 千

版 次:2015 年 2 月 第 1 版

印 次:2015 年 2 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12016-9

定 价:128.00 元(含上、下两册)

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

原建设部(现住房和城乡建设部)和原人事部(现人力资源和社会保障部)从2003年起实施注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试制度。

本教程的编写老师都是本专业有较深造诣的教授和高级工程师,分别来自北京建筑大学、北京工业大学、北京交通大学、北京工商大学、郑州大学及北京市建筑设计研究院。为了帮助公用设备工程师们准备考试,教师们根据多年教学实践经验和考生的反馈意见,依据考试大纲和现行教材、规范,为学员们编写了这本教程。本教程的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要,联系实际,着重对概念和规范的理解应用,并注意突出重点,是一套值得考生信赖的考前辅导和培训用书。

本教程严格按现行考试大纲编写,并在多年教学实践中不断加以改进。为方便考生复习,本教程分上、下册出版,上册第1至第11章为上午段公共基础考试内容,下册第12至第18章为下午段专业基础考试内容。本书还配套《2015注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试基础考试历年真题详解》一书,考生可用此书多做练习。

(1)在结构设置上,首先对大纲要求的知识点进行精炼阐述,然后辅以典型例题并进行解析,每一小节后附经典练习,并在每一章后提供提示及参考答案。

(2)例题、练习题、模拟题等试题多来自历年真题,考生可在复习、练习过程中熟悉本考试的深度和广度。

(3)全书是对考试大纲内容的精炼,考生通过本书的复习和练习,可在较短时间内完成对考试大纲的理解和掌握。

本书中的部分知识点和试题配有视频讲解,考生可扫描“二维码”在线学习,或者刮开“学习卡”,登录“注考网”(www.zhukaowang.com.cn),观看更多精彩视频。

本书由徐洪斌、曹纬浚担任主编,参加编写的人员有吴昌泽、范元玮、程学平、毛怀玲、谢亚勃、刘燕、钱民刚、李兆年、许怡生、许小重、陈向东、耿颖、马浩亮、董亚丽、孙震宇、周广远、何新生、雷达、高静、王靖雯、杨苗青、柳理芹、程辉、张秀金、贾玲华、毛怀珍、朋改非、吴景坤、吴扬、张翠兰、王彬、张超艳、张文娟、李平、邓华、冯嘉骝、钱程、李广秋、韩雪、陈启佳、翟平、

郭虹、曹京、孙琳、李智民、赵思儒、吴越恺、许博超、张云龙、王坤、刘若禹、楼香林、莫培佳、段修谓、王蓓、宋方佳、杨守俊、王志刚、何承奎、葛宝金、李丹枫、王凯、王志伟、韩智铭、涂洪亮、孙玮、黄丽华、高璐、曹欣、阮文依、王金羽、康义荣、杨洪波、任东勇、曹铎、耿京、李铁柱、仲晓雯、冯存强、阮广青、赵欣然、霍新民、何玉章、颜志敏、曹一兰、周庄、张文革、张岩、周迎旭。

祝各位考生考试取得好成绩！

徐洪斌

2015 年 1 月

一、注册公用设备工程师(给水排水)在专业考试之前进行基础考试是和国外接轨的做法。通过基础考试并达到职业实践年限后就可以申请参加专业考试。基础考试是考大学中的基础课程,按考试大纲的安排,上午考试段考 11 科,120 道题,4 个小时,每题 1 分,共 120 分;下午考试段考 7 科,60 道题,4 个小时,每题 2 分,共 120 分;上、下午共 240 分。试题均为 4 选 1 的单选题,平均每题时间上午 2 分钟,下午 4 分钟,因此不会有复杂的论证和计算,主要是检验考生的基本概念和基本知识。考生在复习时不要偏重难度大或过于复杂的知识,而应将复习的注意力主要放在弄清基本概念和基本知识方面。

二、考生在复习本教程之前,应认真阅读“考试大纲”,清楚地了解考试的内容和范围,以便合理制订自己的复习计划。复习时一定要紧扣“考试大纲”的内容,将全面复习与突出重点相结合。着重对“考试大纲”要求掌握的基本概念、基本理论、基本计算方法、计算公式和步骤,以及基本知识的应用等内容有系统、有条理地重点掌握,明白其中的道理和关系,掌握分析问题的方法。同时还应会使用为减少计算工作量或简化、方便计算所制作的表格等。本教程中每章前均有一节“复习指导”,具体说明本章的复习重点、难点和复习中要注意的问题,建议考生认真阅读每章的“复习指导”,参考“复习指导”的意见进行复习。在对基本概念、基本原理和基本知识有一个整体把握的基础上,对每章节的重点、难点进行重点复习和重点掌握。

三、注册公用设备工程师(给水排水)基础考试上、下午试卷共计 240 分,上、下午不分段计算成绩,这几年及格线都是 55%,也就是说,上、下午试卷总分达到 132 分就可以通过。因此,考生在准备考试时应注意扬长避短。从道理上讲,自己较弱的科目更应该努力复习,但毕竟时间和精力有限,如 2009 年新增加的“信号与信息技术”,据了解,非信息专业的考生大多未学过,短时间内要掌握好比较困难,而“信号与信息技术”总共只有 6 道题,6 分,只占总分的 2.5%,也就是说,即使“信号与信息技术”1 分未得,其他科目也还有 234 分,从 234 分中考 132 分是完全可以做到的。因此考生可以根据考试分科题量、分数分配和自己的具体情况,计划自己的复习重点和主要得分科目。当然一些主要得分科目是不能放松的,如“高等数学”24 题(上午段)24 分,“水文学和水文地质”12 题(下午段)24 分,“水泵及水泵站”12 题(下午段)24 分,都是不能放松的;其他科目则可根据自己过去对课程的掌握情况有所侧重,争取在自己过去学得好的课程中多得分。

四、在考试拿到试卷时,建议考生不要顺着题序顺次往下做。因为有

的题会比较难,有的题不很熟悉,耽误的时间会比较多,以致到最后时间不够,题做不完,有些题会做但时间来不及,这就太得不偿失了。建议考生将做题过程分为四遍:

(1)首先用 15~20 分钟将题从头到尾看一遍,一是首先解答出自己很熟悉很有把握的题;二是将那些需要稍加思考估计能在平均答题时间里做出的题做个记号。这里说的平均答题时间,是指上午段 4 个小时考 120 道题,平均每题 2 分钟;下午段 4 个小时考 60 道题,平均每题 4 分钟,这个 2 分钟(上午)、4 分钟(下午)就是平均答题时间。将估计在这个时间里能做出来的题做上记号。

(2)第二遍做这些做了记号的题,这些题应该在考试时间里能做完,做完了这些题可以说就考出了考生的基本水平,不管考生基础如何,复习得怎么样,考得如何,至少不会因为题没做完而遗憾了。

(3)这些会做或基本会做的题做完以后,如果还有时间,就做那些需要稍多花费时间的题,能做几个算几个,并适当抽时间检查一下已答题的答案。

(4)考试时间将近结束时,比如还剩 5 分钟要收卷了,这时你就应看看还有多少道题没有答,这些题确实不会了,建议考生也不要放弃。既然是单选,那也不妨估个答案,答对了也是有分的。建议考生回头看看已答题目的答案,A、B、C、D 各有多少,虽然整个卷子四种答案的数量并不一定是平均的,但还是可以这样考虑,看看已答的题 A、B、C、D 中哪个答案最少,然后将不会做没有答的题按这个前边最少的答案通填,这样其中会有 $1/4$ 可能还会多于 $1/4$ 的题能得分,如果考生前边答对的题离及格正好差几分,这样一补充就能及格了。

五、基础考试是不允许带书和资料的,2012 年前,考试时会给每位考生发一本“考试手册”,载有公式和一些数据,考后收回。但从 2012 年起,取消了“考试手册”的配发。据说原因是考生使用不多,事实上也没有更多时间去翻手册。因此一些重要的公式、规定,考生一定要自己记住。

六、本教程每节后均附有习题,并在每章后附有提示及参考答案。建议考生在复习好本教程内容的基础上,多做习题。多做习题能帮助巩固已学的概念、理论、方法和公式等,并能发现自己的不足,哪些地方理解得不正确,哪些地方没有掌握好;同时熟能生巧,提高解题速度。本教程在最后提供了两套模拟试题,建议考生在复习完本教程以后,集中时间,排除干扰,模拟考试气氛,将模拟试题全部做一遍,以接近实战地检验一下自己的复习效果。

复习中若遇到疑问,可根据上、下册不同,参考封底邮箱信息,发邮件至两位主编邮箱,我们会尽快回复解答。相信这本教程能帮助大家准备好考试。

最后,祝愿各位考生取得好成绩!

曹纬浚

2015 年 1 月

目 录

下 册

12 水文学和水文地质	1
复习指导	1
12.1 水文学概念	1
12.2 洪、枯径流	5
12.3 降水资料收集	10
12.4 地下水储存	14
12.5 地下水运动	22
12.6 地下水分布特征	26
12.7 地下水资源评价	30
参考答案及提示	34
13 水处理微生物学	37
复习指导	37
13.1 细菌的形态和结构	37
13.2 细菌生理特征	41
13.3 其他微生物	48
13.4 水的卫生细菌学	53
13.5 废水生物处理	57
参考答案及提示	62
14 水力学	65
复习指导	65
14.1 水静力学	65
14.2 水动力学理论	70
14.3 水流阻力和水头损失	72
14.4 孔口、管嘴出流和有压管路	77
14.5 明渠均匀流	82
14.6 明渠非均匀流	85
14.7 堰流	88
参考答案及提示	93
15 水泵及水泵站	96
复习指导	96
15.1 叶片式水泵	96

15.2	给水泵站	115
15.3	排水泵站	121
	参考答案及提示	125
16	水分析化学	128
	复习指导	128
16.1	水分析化学过程的质量保证	128
16.2	酸碱滴定法	133
16.3	络合滴定法	141
16.4	沉淀滴定法	147
16.5	氧化还原滴定法	150
16.6	吸收光谱法	162
16.7	电化学分析法	166
	参考答案及提示	172
17	工程测量	175
	复习指导	175
17.1	测量误差基本知识	175
17.2	控制测量	179
17.3	地形图测绘	187
17.4	地形图的应用	191
17.5	建筑工程测量	192
	参考答案及提示	197
18	职业法规	199
	复习指导	199
18.1	我国有关基本建设、建筑、城市规划、环保、房地产方面的法律规范	199
18.2	工程技术人员的职业道德与行为准则	209
	参考答案及提示	209
19	模拟试题	211
附录一	注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试专业基础考试大纲	308
附录二	注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试专业基础试题配置说明	311

12 水文学和水文地质

考题配置	单选, 12 题
分数配置	每题 2 分, 共 24 分

复习指导

在本章复习过程中, 考生要紧紧围绕考试大纲要求的知识点, 重在理解, 如对于流域面积、降雨量、径流系数、径流总量、径流深度等之间的关系, 理解后无论考题如何变化总能得出正确的答案, 另外也可通过量纲分析验算结果的正确性。由于考试不提供也不允许携带任何参考资料, 因此考题不会涉及繁琐的计算公式, 但是简单的公式还需要牢记, 如承压井、潜水井的裘布依公式等。大纲要求的基本概念需要好好理解和掌握。专业基础考试题量不大, 考试时间足够, 考试时不必紧张, 可沉着做题, 考出好成绩。

12.1 水文学概念

考试大纲 : 河川径流 泥沙测算 流域水量平衡

必备基础知识

12.1.1 河川径流

(1) 水文现象在地区上具有相似性和特殊性; 水文现象在时程上具有周期性和随机性。

(2) 水文学研究方法有三种。①地理综合法: 按照水文现象地带规律和非地带性的地域差异, 用各种水文等值线图表示水文特征的分布规律, 或建立地区经验公式以揭示地区水文特征。②成因分析法: 根据水文变化的成因规律, 由其影响因素预报、预测水文情势的方法。③数理统计法: 根据水文现象的统计规律, 对水文观测资料统计分析, 进行水文情势预测、预报的方法。

(3) 水分循环即水的三态互变, 由水文四要素构成: 蒸发、降水、入渗、径流。

大循环: 即海陆间循环。海洋蒸发的水汽, 被气流带到大陆上空, 凝结后以降水形式降落到地表。其中一部分渗入地下转化为地下水; 一部分又被蒸发进入天空; 余下的水分则沿地表流动形成江河而注入海洋。

小循环: 即海洋或大陆上的降水同蒸发之间的垂向交换过程。其中包括海洋小循环(海上内循环)和陆地小循环(内陆循环)两个局部水循环过程。

(4) 河川径流是水循环的基本环节, 包含地表径流和地下径流。地表径流和地下径流汇入

河川后,向流域出口断面汇集和排泄的水流称为河川径流。

①形成过程。

流域内的水自降落开始,至水流汇集、流至出口断面的整个过程,称为径流形成过程。以降雨补给的河流为例,可分为4个阶段。

a. 降雨阶段。流域内的径流由降雨产生,所以降雨就成为径流形成的首要环节。降雨的大小以及它在时间、空间上的分布,对径流的大小和变化起着决定性作用。

b. 流域蓄渗阶段。该阶段降雨全部消耗于植物截留、土壤下渗、地面填洼和流域蒸发。当降雨强度逐渐增大,超过下渗强度时,就会形成坡面上的细小水流。

c. 坡面漫流阶段。流域蓄渗阶段完成后,剩余雨水沿着坡面形成坡面漫流。它从局部区域开始,渐渐扩展到全流域。坡面漫流的雨水最后汇入小河沟、溪涧而进入河槽,进入第4阶段。

d. 河槽集流阶段。进入河槽的水流沿着河槽纵向流动,在流动过程中沿途汇集了各干流、支流的来水,最后到达流域出口断面。

②影响因素。

从径流的形成过程来看,影响径流变化的主要因素可分为气候因素、下垫面因素和人类活动因素。

a. 气候因素。流域的气象条件是影响径流量的决定性因素,降雨和蒸发最为重要,直接影响径流的形成和变化。

b. 下垫面因素。流域的地貌、地质和土壤、植被、湖泊和沼泽、流域面积与形状等情况,对流域的径流有重要影响。

c. 人类活动因素。这些因素主要指人类改造自然的水利化措施,如旱地改水田、坡地改梯田、修建水坝等,通过这些措施来增加河川径流量,改变河川径流分配,减少地表径流。

③河川径流的特征值。

河川径流的特征值主要包括流量、径流总量、径流模数、径流深度、径流系数等,单位的记忆也是重点!

a. 流量 Q : 单位时间内通过河流过水断面的水量,单位为 m^3/s ,流量有瞬时流量、日平均流量、年平均流量等。

b 径流总量 W : 一段时间(T)内通过河流过水断面的总水量,单位为 m^3 。其公式为

$$W=QT \quad (12-1)$$

c. 径流模数 M : 单位流域面积上平均产生的流量,单位为 $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ 。其公式为

$$M=\frac{1\,000Q}{F} \quad (12-2)$$

式中: F ——流域面积(km^2)。

d. 径流深度 R 。它是计算时段内的径流总量 W 折算成全流域面积上的平均水深,单位为 mm 。其公式为

$$R=\frac{W}{1\,000F} \quad (12-3)$$

e. 径流系数 α 。同一时段内流域上的径流深度 R 与降水量 P 之比值就是径流系数。其公式为

$$\alpha=R/P \quad (12-4)$$

典型例题解析

【例 12-1】 (2011)某流域的集水面积为 600km^2 , 其多年平均径流总量为 5 亿 m^3 , 其多年平均径流深为:

- A. 1 200mm B. 833mm C. 3 000mm D. 120mm

解 选 B。根据径流深度公式: $R = \frac{W}{1\,000F} = \frac{5 \times 10^8 \text{m}^3}{1\,000 \times 600 \text{km}^2} = 833 \text{mm}$ 。

12.1.2 泥沙测算

河流中的泥沙,按其运动形式可分三类:悬移质泥沙浮于水中并随之运动;推移质泥沙受水流冲击沿河底移动或滚动;河床质泥沙则相对静止而停留在河床上。三者没有严格的界限,随水流条件的变化而相互转化。一般情况,河流中泥沙以悬移质为主。

1) 悬移质泥沙测验与计算

描述河流中悬移质的情况,常用的两个定量指标是含沙量和输沙率。单位体积内所含干沙的质量,称为含沙量,用 C_s 表示,单位为 kg/m^3 。单位时间流过河流某断面的干沙质量,称为输沙率,用 Q_s 表示,单位为 kg/s 。断面输沙率是通过断面上含沙量测验配合断面流量测量来推求的。其公式为

$$Q_s = QC_s \quad (12-5)$$

$$C_s = W_s/V \quad (12-6)$$

式中: Q ——断面流量 (m^3/s);

W_s ——水样中的干沙质量 (g 或 kg);

V ——水样体积 (L 或 m^3)。

2) 推移质泥沙测验

推移质输沙率是指单位时间内通过测验断面的推移质泥沙质量,单位为 kg/s 。推移质取样的方法,是将采样器放到河底直接采集推移质沙样。但是,这些测验工作尚存在许多问题。推移质泥沙的估算不宜采用单一方法,而采用多种方法估算,经分析比较,得出合理的结果。

具有多年推移质泥沙资料时,其算术平均值即为多年平均推移质年输沙量。当缺乏资料时,可采用系数法。其公式为

$$\overline{W_b} = \beta \overline{W_s} \quad (12-7)$$

式中: $\overline{W_b}$ ——多年平均推移质年输沙量 (t);

$\overline{W_s}$ ——多年平均悬移质年输沙量 (t);

β ——推移质输沙量与悬移质输沙量的比值,一般情况, β 可参考下列数值:平原地区河流, 0.01~0.05;丘陵地区河流, 0.05~0.15;山区河流, 0.15~0.30。



典型例题解析

【例 12-2】 (2007)悬移质输沙率的计量单位是:

- A. m^3/s B. kg/m^3 C. kg/s D. L/s

解 选 C。输沙率是指单位时间内流过河流某断面的干沙质量,单位为 kg/s 。

12.1.3 流域水量平衡

对于任一闭合流域,其在给定时段内输入的水量与输出的水量之差,必等于区域内蓄水量

的变化,这就是流域水量平衡。

多年平均的大洋水量平衡方程为:蒸发量=降水量-径流量

多年平均的陆地水量平衡方程为:降水量=径流量+蒸发量

进入闭合流域的水量为 $P+V_1$, P 为流域平均降水量, V_1 为时段开始时流域的蓄水量;流出闭合流域的水量为 $E+R+V_2$, E 为流域平均蒸发量, R 为出口断面径流量, V_2 为时段末流域的蓄水量。

那么,水量平衡方程式为

$$P+V_1=E+R+V_2 \quad (12-8)$$

如果给定时段内开始与终了时流域内蓄水量之差以 ΔV 表示,即 $\Delta V=V_2-V_1$,有

$$P=R+E\pm\Delta V \quad (12-9)$$

式中: P ——年降水总量;

R ——年径流总量;

E ——年蒸发总量。

水量充沛的年份, ΔV 为正值,补充蓄水量;水量少的年份, ΔV 为负值,蓄水量的一部分蒸发掉。

典型例题解析

【例 12-3】 (2008)流域水量平衡方程是建立在下列哪个范围上的:

- A. 内陆河流域 B. 外陆河流域 C. 相邻流域 D. 闭合流域

解 选 D。闭合流域即该流域的地面分水线明确,且地面与地下水分水线有相互重合,没有补给相邻流域的水量。流域水量平衡方程是建立在闭合流域范围基础上的。

【例 12-4】 (2011)多年平均的大洋水量平衡方程为:

- A. 降水量+径流量=蒸发量
B. 降水量-径流量=蒸发量
C. 降水量+径流量+蓄水量=蒸发量
D. 降水量+径流量-蓄水量=蒸发量

解 选 B。多年平均的大洋水量平衡方程为:蒸发量=降水量-径流量。

经典练习

12-1 流域总蒸发不包括()。

- A. 水面蒸发 B. 土壤蒸发 C. 植物蒸发及散发 D. 植物吸收

12-2 使水资源具有可再生性是以下哪一个自然界的原因造成的()。

- A. 径流 B. 水文循环 C. 降水 D. 蒸发

12-3 某闭合流域多年平均降水量为 950mm,多年平均径流深为 450mm,则多年平均蒸发量为()。

- A. 450mm B. 500mm C. 950mm D. 1400mm

12-4 一次降雨形成径流过程中的损失量包括()。

- A. 植物截留、填洼、蒸发
B. 植物截留、填洼、补充土壤缺水和蒸发
C. 植物截留、填洼、补充土壤吸着水和蒸发

D. 植物截留、填洼、补充土壤毛细水和蒸发

12-5 水文循环的主要环节是()。

A. 截留、填洼、下渗、蒸发

B. 截留、填洼、径流、蒸发

C. 蒸发、降水、下渗、径流

D. 蒸发、散发、降水、下渗

12.2 洪、枯径流

考试大纲：设计枯水流量和水位 设计洪水流量和水位

必备基础知识

12.2.1 设计枯水流量和水位

1) 枯水流量

枯水流量也称为最小流量,是河川径流的一种特殊形态。它是在给定时段内,通过河流某一指定断面枯水量的大小。对于以地面水为水源的取水工程设计,特别是对于无调节而直接从河流取水的工程设计,其设计最低水位及相应的设计最小流量的确定,直接关系到设置取水口的高低和取水量的大小。枯水流量制约着工农业生产的发展和人们的日常生活。随着社会经济的发展,人口的急剧增长,人类生存和社会生产的发展对水的需求十分迫切,水资源的供需矛盾日益突出,尤其是在枯水季节,河流径流量减少,水质污染加重,因人类过度开发利用枯水资源等造成河流断流、地面下沉、海水入侵等一系列环境问题。因此,对枯水径流的研究和预测,揭示枯水径流规律,对社会稳定发展和解决水资源供需矛盾有着重要意义。

2) 影响枯水径流的因素

(1)自然因素。决定枯水径流大小和变化的自然因素有很多,总体来说包括:土壤岩石的类型及其渗透特性、水力特征、流域的水文地质情况、流域面积、植被类型、河槽情况、河网密度等。在不同地区,其主导因素也不相同。流域的水文地质条件和流域面积大小,决定了地下水的储量和地下水对河川径流的补给量。在一定的水文地质条件下,流域面积愈大,储藏地下水的的能力愈大;河槽下切度愈大,河流获得地下水补给的范围愈大。所以,流域面积愈大,枯水流量愈大,河网密度愈大,枯水流量愈大。

(2)人为因素。人类经济活动,如水土保持,修建水库等能增加地下径流量;而引水灌溉会减小枯水径流量。工农业和生活提取表层地下水,在枯水季节会引起河道水量对地下水补给的减少,导致地下水位下降;人为地植树造林和采伐树林植被,对枯水径流也有影响。

3) 有长期实测资料时枯水径流的计算

工程所在的设计断面处有 20 年以上连续实测资料时,可对枯水径流系列进行频率分析,计算各种频率的枯水径流。

(1)资料的审查。在频率计算之前,须进行枯水资料的可靠性、一致性和代表性分析审查,包括相关流域的自然地理概况、流域河道特征、有明显人类活动影响的工程措施、水文气象资料以及前人分析的有关成果。①资料可靠性的审查。从审查测验方法、测验成果、整编方法和整编结果着手。资料的可靠性审查包括:水位资料的审查、水位流量关系曲线的审查、水量平衡的审查。②一致性分析。运用数理统计的思想方法进行分析计算时,要保证数据

具有一致性。即在同样的气候条件、同样的下垫面条件和同一测流断面上获得数据。人类活动可能会对一致性造成影响,若资料的一致性较差,需考虑还原计算,把全部系列建立在同一基础上。③代表性分析。代表性是指样本对总体的接近程度,若接近程度较高,则系列的代表性好。样本对总体代表性的高低,可通过对它们的统计参数的比较,进行合理性分析和判断。例如,从上、下游站的资料对比、从邻近流域资料对比、从本站资料的历年对比中发现问题;资料年数太少,而取得的资料又是丰水年组或枯水年组中的一部分,资料的代表性就差一些。

(2)年枯水径流频率分析。①枯水样本系列。对调节性能强的水库,需采用水库数个月的枯水流量组成系列;对于无调节而直接从河流中取水的一级泵站,则需用每年的最小日平均流量组成系列。随着分析时段的减少,枯水流量的不稳定性增加,受人类活动影响也增大,因此一般不用瞬时最小流量作为分析对象,而是用日、旬、月等的平均枯水流量。②频率曲线线形。根据对汉江、岷江等流域的枯水径流资料进行频率分析的结果,得出皮尔逊 III 型曲线与经验频率点据配合尚好。③枯水经验频率。在 n 项连续枯水径流系列中,按从大到小排列的第 m 项经验频率,采用数学期望 $P_m = m/(n+1)$ 来计算。④含零系列的频率分析。对于有些年份最小日平均流量为零的情况,其组成的系列中,资料值为零的经验频率点据与皮尔逊 III 曲线没有较好配合。在实际工作中,常把小于零的部分当作零来处理。

(3)枯水径流的历时分析。在枯水径流研究中,径流历时曲线是一个实测时段内的经验频率曲线,表明流量(水位)等于或大于某一特定流量(水位)的时间百分比。通常将频率为 90%、95%、99% 的径流历时值,作为河流枯水径流资源的量度。枯水径流历时曲线中的低水部分为农业灌溉、河流通航等提供了重要依据。

4) 资料短缺时枯水径流的计算

当实测资料的年数不足 20 年,或有 20 年但资料系列不连续或代表性不足,一般都要进行插补延长。其原则为:

(1)参证站具有长期枯水径流观测,并与设计站有数十年同步资料。

(2)参证流域与设计流域的气候、地理等条件相似,枯水径流基本相似,属同一河流分级,流域面积相差不大。

(3)对人类活动的影响,一般要进行还原计算,且要求较高的精度。

若插补延长的资料长度接近,甚至超过观测资料的长度,则用插补后的系列求得的变差系数一般小于实测资料的变差系数。用式(12-10)修正

$$C_{V\text{设}} = b(\overline{Q}_{\text{参}}/\overline{Q}_{\text{设}})C_{V\text{参}} \quad (12-10)$$

式中: $C_{V\text{参}}$, $\overline{Q}_{\text{参}}$ ——参证站的变差系数和均值;

$C_{V\text{设}}$, $\overline{Q}_{\text{设}}$ ——设计站的变差系数和均值;

b ——两站枯水流量系数,由同步资料率确定。

5) 缺乏资料地区枯水径流的计算

若设计站无可利用的实测资料,可采用资料的移用和经验公式等方法。

(1)资料的移用。通常在枯水流量稳定的季节,对设计站和参证站同时观测,推导出经验系数,由参证站的枯水流量均值推算设计站均值。

(2)经验公式。要建立地区枯水流量经验公式,需要分析确定大面积的水文气象和水文地质的一致区。这主要取决于地形、含水层与河流补给关系、含水层厚度等。其经验公式类型一般为



$$Q=CF^n \quad (12-11)$$

$$Q=CF^n P^m \quad (12-12)$$

式中: Q ——某给定时段某一频率下的枯水流量(m^3/s);

F ——流域面积(km^2);

P ——多年平均降水量(mm);

C, n, m ——地区参数。

典型例题解析

【例 12-5】 (2009)与枯水流量值并没有密切关系的工程是:

A. 农业灌溉 B. 河流航道 C. 道路桥涵 D. 河港码头

解 选 C。枯水流量也称为最小流量,是河川径流的一种特殊形态。其制约着城市的发展规模、灌溉面积、通航的容量和时间。枯水流量与道路桥涵没有密切关系。

12.2.2 设计洪水流量和水位

1) 洪水及设计洪水

某流域内的暴雨或大面积的降雨产生的大量地面水流,在短期内汇入河槽,使河流水量、水位猛涨,河槽水流成波状下泄,这种径流称为洪水。洪水三要素包括:洪峰流量(一次洪水的流量最大值)、洪水过程线(流量关于时间绘出的曲线图)和洪水总量(洪水过程线与横轴围成的面积)。

当河流发生较大洪水时,会形成洪灾。为防止和减小洪涝灾害,需要修建各种水利工程以控制洪水。所以采用一些方法确定洪水的特征值(洪峰流量、不同时段洪水总量),并根据这些特征值拟定一次洪水过程线和洪水的地区组成等,称为设计洪水。

推求设计洪水的方法有 4 种:由流量资料推求设计洪水、由暴雨资料推求设计洪水、由经验公式推求设计洪水和由水文气象资料推求设计洪水。对于防洪、发电和灌溉等综合功能的大、中型水库,这些设计都必不可少。在设计之前,须先确定工程建筑物的防洪标准,设计标准过高,投资高,不经济;设计偏小,又不够安全。防洪设计标准分两类:确保水工建筑物安全的设计标准和保障防护对象避免一定洪水威胁的设计标准。前者如《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》(DL 5180—2003)等,后者如《防洪标准》(GB 50201—1994)中的规定。

2) 设计洪水流量

(1)资料的审查。审查资料的可靠性、一致性和代表性。①审查洪水可靠性是为了减少观测和整编中的误差,重点审核影响较大的年份和观测质量差的年份;②用数理统计的方法进行洪水概率计算的前提是要求资料满足一致性;③洪水系列的代表性是指洪水系列分布对于总体分布的代表程度。洪水系列有丰水年组和枯水年组交替出现的现象。

(2)洪水资料的选样。洪峰流量的选样,应满足频率分析关于独立随机取样的要求,每年只选取最大的一个瞬时洪峰流量作为频率计算的样本,且它们之间相互独立,不具相关关系;也不能把年内不同季节、不同类型的最大洪峰流量混在一起作为一个洪水系列来计算,更不能把溃坝所形成的洪水加入系列中。总之,洪峰流量和不同时段洪量系列,都应由每年的最大组成。

(3)特大洪水的处理。特大洪水是指历史上曾经发生过的,比其他一般洪水大得多的稀遇

洪水。对特大洪水,要根据流域内外历史洪水和实测洪水的调查考证资料,对其发生的重现期做出正确估计。洪水系列分两种情况:一是在系列资料中没有特大洪水,在频率计算时,各项数值按从大到小排位,序号是连贯的,称为连序系列;二是系列中有特大洪水,特大洪水的重现期 N 必然大于实测系列年数,需在更长的时期内进行排位,序号是不连贯的,其中有漏缺项位,称为不连序系列。

不连续 N 年系列中特大洪水的经验频率计算公式为

$$P_M = \frac{M}{N+1} \quad (12-13)$$

式中: P_M ——不连续 N 年系列第 M 序号的经验频率;

M ——特大洪水由大到小排列的序号;

N ——调查考证的年数。

例如,实测资料为 39 年,有一特大洪水,排序第一,那么一般洪水的最大项排位第二,则其经验频率为 $P_2 = 2/(39+1) = 0.05$ 。

连续 N 年系列中特大洪水的经验频率计算公式为

$$P_m = \frac{m}{n+1} \quad (12-14)$$

式中: P_m ——连续 N 年系列第 M 序号的经验频率;

m ——实测系列由大到小排列的序号;

n ——调查考证的年数。

(4) 频率曲线线形的选择。样本系列各项的经验频率初算确定之后,在几率格纸上绘出经验频率点据的位置,目估绘出一条平滑的曲线,称为经验频率曲线。我国一直采用皮尔逊型-Ⅲ型曲线,作为洪水频率计算的依据,检查曲线与经验频率点据的配合情况。若配合得不好,应适当调整参数值,直到配合较好为止。

(5) 频率曲线参数估计。洪峰系列常属于不连续系列,用适线法估计频率曲线的统计参数之前,一般采用矩法估计参数。假定在迄今 N 年中有 a 个特大洪水,其中有 l 个发生在 n 年实测系列之中,假定年系列的均值和方差与除去特大洪水后的 $(N-a)$ 年系列的相等,即

$$\bar{x}_{n-l} = \bar{x}_{N-a}, \sigma_{n-l} = \sigma_{N-a}$$

用矩法估计参数时,则可推导出以式(12-15)和式(12-16)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^a x_j + \frac{N-a}{n-l} \sum_{i=l+1}^n x_i \right) \quad (12-15)$$

$$C_v = \frac{1}{x} \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{j=1}^a (x_j - \bar{x})^2 + \frac{N-a}{n-l} \sum_{i=l+1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]} \quad (12-16)$$

式中: x_j ——特大洪水值;

x_i ——实测洪水值;

$\bar{x}$ —— N 年不连续系列的均值;

C_v ——变差系数。

(6) 推求设计洪峰流量(或水位)。根据上述方法求得参数初估值,再用适线法求得洪水频率曲线,然后在频率曲线上求得设计洪峰和各时段的设计洪量。

(7) 设计洪水估计值的抽样误差。洪水点据代表总体分布的样本,尽可能顾及点群的趋势,曲线通过点群的中心,即曲线上下点数基本相等。根据统计学原理分析点据的精度,对精